

**(54) MOLECULAR PUMP**

(11) 57.212395 (A) (43) 27.12.1982 (19) JP

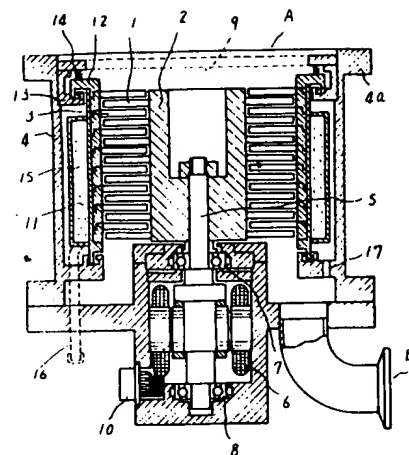
(21) Appl. No. 56-96645 (22) 24.6.1981

(71) HITACHI SEISAKUSHO K.K. (72) SHINJIROU UEDA(1)

(51) Int. Cl. F04D19/04

**PURPOSE:** To improve the gas exhausting performance of a molecular pump, by increasing the compression ratio by forming, in a casing, a jacket through which a cooling medium is passed, and thereby cooling stator blades of the pump.

**CONSTITUTION:** Rotor blades 1 are fixed to a rotor 2 which is turned by a motor 6 by the intermediary of a motor shaft 5, while stator blades 3 are fixed to an inner casing 11 formed within a casing 4. Further, a jacket 15 for passing a cooling medium therethrough is formed around the inner casing 11, so as to cool the inner casing 11 and stator blades 3. With such an arrangement, the blade speed ratio is increased as the temperature is lowered, so that the compression ratio of the gas to be exhausted at an inlet port A and at a discharge port B is increased. Therefore, it is enabled to improve the performance for exhausting hydrogen gas and steam difficult to exhaust, in particular, under high vacuum and to improve the gas exhausting performance of the pump in general by preventing diffusion of bearing oil caused by evaporation of the same.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-212395

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 04 D 19/04

識別記号

庁内整理番号  
6459-3H

⑬ 公開 昭和57年(1982)12月27日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 分子ポンプ

⑯ 特 願 昭56-96645

⑰ 出 願 昭56(1981)6月24日

⑱ 発 明 者 上田新次郎  
土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑲ 発 明 者 内田幹和

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

明 細 書

1. 発明の名称 分子ポンプ

2. 特許請求の範囲

動翼と静翼とを交互に配置し成翼車群によつて排気を行う分子ポンプにおいて、前記翼車群を包囲するケーシングに冷却剤が流通するジャケットを取付け、前記ジャケットにおける冷却剤の流通によつて前記ケーシングを介し前記静翼を冷却し、排気性能を高めるようにしてなる分子ポンプ。

3. 発明の詳細な説明

この発明は超高真空を得るためのターボ形分子ポンプに関するものである。

従来の軸流形分子ポンプを第1図について説明する。

図において、1はロータ2に植設された動翼、3は動翼1間に配置されケーシング4に植設された静翼、ロータ2はモータ軸5を介して駆動モータ6に連結されている。モータ軸5は軸受7、8に支承されている。Aは吸込口でこの前方に排気されるべき装置がフランジ4aに接続されている。

Bは吐出口で気体が排気される。9は吸込口Aに収付けたメッシュフィルタ、10は駆動モータ6の給電コネクタである。

従来の分子ポンプは上記のように構成されており、ロータ4を分子流レベルの雰囲気中で高速回転させると、動翼1、静翼3の相互作用によつて気体は圧縮され吸込口Aにおける圧力は吐出口Bにおける圧力より著しく小さくなる。いま、残留気体を分子流レベルにある常温の空気とし、周速300m/sec程度で回転させると、動翼、静翼よりなる段落当りにおいて3~5の圧縮比が得られるので、図示のような多段に構成すると10<sup>-8</sup>以上の圧縮比を容易に得ることができる。したがって、吐出口B側を油回転ポンプなどで中真空程度までの真空にしておけば吸込口A側において容易に10<sup>-8</sup>Torr以上の超高真空を得ることができる。

しかし、超高真空領域においてさらに真空度を高めようとすると、容器の壁面からの放出ガスがあるが、容器がステンレス材、アルミ材であつて

も、放出ガスの成分としては水素が大きな割合を占めるようになる。

一方、ターボ分子ポンプはその原理からみて分子の小さいガスについては圧縮比が著しく低下する。

ターボ分子ポンプの圧縮比を示すパラメータとして次のような円速度比Cがある。

$$C = V / a \quad \dots\dots\dots(1)$$

Vは周速で、aは分子の最大砲撃速度である。また、aは気体定数R、絶対温度T、分子質量Mの関数であり、次式のように表わされる。

$$a = \sqrt{2RT/M} \quad \dots\dots\dots(2)$$

aは分子質量Mの1/2乗に反比例するから、分子質量Mの小さいガスほど大きくなる。上記分子の最大砲撃速度aは常温において空気で約410 m/s、水素で約1580 m/sである。周速Vは動員等の回転体の材料強度の制約からその上限はせいぜい400～450 m/s程度に制限される。したがって、水素に対する円速度比を1程度にすることは容易であるが、水素に対する円速度比は

0.3以下とならざるを得ない。このため、従来のターボ分子ポンプでは、窒素を主成分とする空気に対しては10<sup>3</sup>以上の圧縮比が得られても水素に対してはせいぜい10<sup>2</sup>～10<sup>3</sup>程度の圧縮比しか得られないものであった。一方、10<sup>-10</sup>を上回るような超高真空領域では上記のように端面からの放出ガスのうち水素の占める割合が多くなるから水素に対する圧縮比を高くとれないという懸点がある。このような理由からターボ分子ポンプにより得られる真空度はせいぜい10<sup>-10</sup>Torr程度で10<sup>-11</sup>以上のいわゆる超高真空の領域を得ることは不可能とされていた。

この発明は水素やヘリウムなどの分子質量の小さいガスに対する圧縮比を高めたターボ分子ポンプを提供することを目的とするものである。

この発明の特徵とするところは動員と静員を交互に配置してなる円筒群を包囲するケーシングに液体窒素、液体ヘリウム等の冷却剤が流通するジャケットを取付け、このジャケットにおける冷却剤によつてケーシングを介して円筒群を冷却し、

特に水素など軽いガスに対する圧縮比をあげるようにしたものである。

以下、この発明の実施例を第2図について説明する。

図において、第1図と同じものには同じ符号を付して説明を省略する。動員1はロータ2に搭載されており、この動員1間には静員3がケーシング4の内側に配置された内ケーシング11に固定されている。この内ケーシング11は支持フランジ12、13により移動可能にケーシング4に支持されており、押えばね14により内ケーシング11は下方方向に常時押付けられる構造になっている。内ケーシング11の外周面には液体窒素、液体ヘリウム等の冷却剤が流通するジャケット15が設けられている。このジャケット15には冷却剤供給源からの冷却剤を送込む導入口16が取付けられている。

次に、ポンプの運転に際してはまずジャケット15に冷却剤を流通させない状態で運転を開始する。運転は第1図で示した従来の分子ポンプと同

様である。すなわち、分子流レベルの雰囲気中で動員1を高速回転させると、気体は動員1、静員3の相互作用によつて吸込口Aにおける圧力は吐出口Bにおける圧力より著しく小さくなる。吸込口Aにおける残留ガスとしては、通常は水蒸気、水素などが支配的になつてくる。このような状態になつたとき、この発明では上記のジャケット

15に冷却剤、例えば液体窒素を流通させる。これによつて、内ケーシング11、静員3は液体窒素温度にまで低下する。動員1部分は静員3と真空領域を介して隔てられているので断熱性が保たれ、静員冷却の影響はほとんど受けない。したがって、動員温度は変化しない。

ポンプ内に飛来するガス分子はまず静員3に衝突して冷却されて分子速度が低下する。静員より放出した後、動員に衝突すると温度が上昇するが、再び静員に衝突して冷却される。このように円筒群を通過するガス分子は冷却と加熱とを交互に繰返し受けることになるが、平均的には常温に比し著しく温度が低下する。温度と最大砲撃速度

の関係は(2)式に示した通りである。

水素の場合の温度  $T$  と最大回転速度  $a$  のときの  
異速度比  $C$  は次のようになる。ただし、周速  $V$  は  
 $300 \text{ m/s}$  とする。

$T (\text{K})$	$a (\text{m/s})$	$C (V/a)$
300	1580	0.19
150	1116	0.27
100	911	0.33

異速度比  $C$  が 0.19 から 0.27 にあがつた場合、  
圧縮比、排気速度とも 30~40% 程度向上する。  
また、0.33 まで上がると、圧縮比、排気速度と  
も 60~80% 向上する。段落数を 15 段にする  
と、圧縮比は異速度比  $C$  が 0.19 の場合に比較し、  
0.27 の場合は約  $10^2$ 、0.33 の場合は約  $3 \times 10^3$   
大きくなる。このように、静翼を液体窒素  
で冷却することにより、水素に対する圧縮比は少  
なくとも 100 倍以上にすることができる。した  
がつて、残留ガスに水素が増大する超高真空領域  
での排気特性は著しく改善され、ジャケット 15  
に冷却剤を導入後はあまり長い時間を要すること

なく、超高真空に近い領域まで真空度を上げるこ  
とができる。尚、ジャケット 15 はケーシング 4  
の中に収納されており、この空間は連通孔 17 を  
介してポンプの吐出側空間に連絡されている。し  
たがつて、運転時には真空に引かれるので、外部  
に対して断熱されている。また、上記の実施例は  
軸流ターボ分子の場合を示したものであるが、遠  
心式あるいはねじ溝式の分子ポンプにおいても静  
翼を冷却することにより同様な効果を奏すること  
ができる。

以上説明したように、この発明によれば下記の  
効果を得ることができる。

- (1) すべてのガスに対し圧縮比を著しく向上でき  
る。特に水素に対する圧縮比が大きくなること  
から超高真空領域での排気特性が大巾に改善さ  
れ、到達真空度を上げることができる。
- (2) 水蒸気に対しては冷却剤のコールドトラップ  
を用いるのと同様な効果のあることから、ター  
ボ分子ポンプの作用を除いても水蒸気に対する  
排気作用を有する。

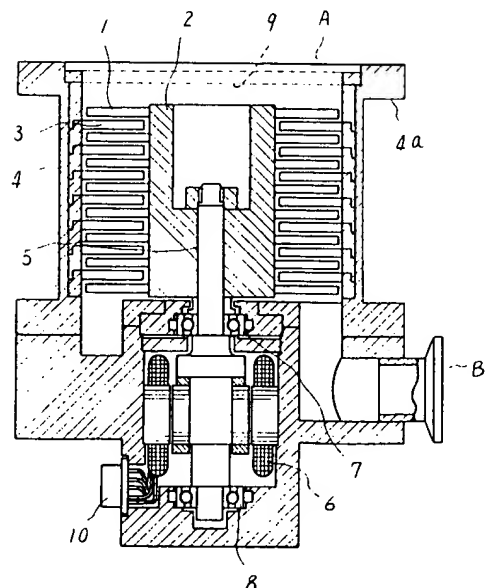
- (3) ターボ分子ポンプの運転停止時においてはジ  
ャケットに冷却剤を導入しておけば、やはりコ  
ールドトラップの役割を果たすので、軸受油の蒸  
気の高真空側への拡散を防ぐことができる。し  
たがつて、ポンプ停止時も含めて真空容器に対  
する汚染はなく完全クリーンな真空ポンプを得  
ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は従来のターボ分子ポンプの縦断面図、  
第 2 図はこの発明の分子ポンプの縦断面図である。  
1…動翼、3…静翼、4…ケーシング、6…駆動  
モータ、11…内ケーシング、15…ジャケット。

代理人 弁理士 薄田利雄  
印

第 1 図



第 2 図

